(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3847076号
(P3847076)
(45)発行日　平成18年11月15日(2006.11.15)　(24)登録日　平成18年9月1日(2006.9.1)

(51)Int.Cl.		F I	
C22C 21/00	(2006.01)	C22C 21/00	J
F28F 1/32	(2006.01)	C22C 21/00	L
F28F 21/08	(2006.01)	F28F 1/32	B
		F28F 21/08	A

請求項の数 2　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2000-351018(P2000-351018)
(22)出願日　平成12年11月17日(2000.11.17)
(65)公開番号　特開2002-155332(P2002-155332A)
(43)公開日　平成14年5月31日(2002.5.31)
審査請求日　平成14年9月24日(2002.9.24)

(73)特許権者　000002277
住友軽金属工業株式会社
東京都港区新橋５丁目１１番３号
(74)代理人　100071663
弁理士　福田　保夫
(74)代理人　100098682
弁理士　赤塚　賢次
(72)発明者　正路　美房
東京都港区新橋５丁目１１番３号　住友軽金属工業株式会社内
(72)発明者　田中　宏和
東京都港区新橋５丁目１１番３号　住友軽金属工業株式会社内

審査官　木村　孔一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

Ｍｎ：１．０％（質量％、以下同じ）～２．０％、Ｓｉ：０．５％～１．３％、Ｆｅ：０．１％～０．８％、Ｚｎ：０．５％～３％を含有し、ＭｎとＳｉとの含有比（Ｍｎ％／Ｓｉ％）を１．０～３．５とし、Ｚｒ：０．０５％～０．３％及びＣｒ：０．０５％～０．３％のうちの１種又は２種を含み、更に、Ｉｎ：０．００５％～０．１％、Ｓｎ：０．０１～０．１％、Ｍｇ：０．０５％～０．２％のうちの１種以上を含有し、残部Ａｌと不可避的不純物からなり、引張強さが１６０～２７０ＭＰａであることを特徴とする成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材。

【請求項２】

請求項１記載のアルミニウム合金フィン材のマトリックスが繊維組織であることを特徴とする成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材、詳しくは、ラジエータ、カーヒータ、カーエアコン等のように、フィンと作動流体通路の構成材料とをろう付けにより接合する熱交換器用アルミニウム合金フィン材、特に成形性及びろう付け性に優れ、ろう付け後の強度と熱伝導率とが高く、且つ犠牲陽極効果に優れたアルミニウム合金フィン材に関する。

【０００２】
【従来の技術】
アルミニウム合金製熱交換器は、自動車のラジエータ、オイルクーラ、インタークーラ、ヒータ及びエアコンのエバポレータやコンデンサあるいは油圧機器や産業機械のオイルクーラ等の熱交換器として、広く使用されている。このアルミニウム合金製熱交換器のフィン材には、チューブ材（作動流体通路材）を防食するために犠牲陽極効果が要求されると共に、ろう付け時の高温加熱による変形防止やろうの浸食防止のために耐高温座屈性が要求される。このような要求を満たすために、従来、アルミニウム合金フィン材としては、ＪＩＳＡ３００３、ＪＩＳＡ３２０３等のＡｌ－Ｍｎ系、Ａｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系、Ａｌ－Ｍｎ－Ｓｉ－Ｃｕ系等、Ｍｎを有するアルミニウム合金が用いられている。Ｍｎは、ろう付け時の変形やろうの浸食を防ぐのに有効に作用し、更に、Ｍｎを含むアルミニウム合金フィン材に犠牲陽極効果を付与するために、Ｚｎ、Ｓｎ、Ｉｎ等を添加して電気化学的に卑にする手法が知られている（特開昭６２－１２０４５５号公報）。
【０００３】
フィン材は、例えば、図１に示すようにコルゲート成形され、このコルゲートフィン１を図２に示すように、チューブ材２と組み合わせ、ろう付け接合することにより熱交換器エレメント３となる。近年、自動車の一層の軽量化のために、自動車用熱交換器の軽量化の要求がますます強くなっており、これに対応して熱交換器の構成部材のフィン材、チューブ材等の薄肉化が進行しているが、例えば、厚み０．１㎜以下のアルミニウム合金フィン材をコルゲート成形すると、図１に示すように、上側Ｒ頂点と下側Ｒ頂点との間のフィン山高さｈに、h_1 、h_2 、h_3 、h_4 のように、バラツキが生じることがあり、このバラツキが生じると、コルゲートフィン１とチューブ材２とのろう付け接合率が低下して、熱交換性能が低下するため、バラツキを低減するために、通常、フィン成形機を試行錯誤で調整することにより対処しているのが現状である。
【０００４】
このように、フィン材の薄肉化、更にフィン成形機の高速化に伴って、フィン材の成形性、その後のろう付け性に問題が生じ、アルミニウム合金製熱交換器の生産性や製造性にも影響することから、アルミニウム合金フィン材の成形性及びろう付け性について一層の改善が望まれている。また、フィンの薄肉化に伴うろう付け後の強度や熱伝導度を更に改善することも要求されている。
【０００５】
Ｍｎを含有するアルミニウム合金は、ろう付け時の加熱によりＭｎが固溶して熱伝導率が低下するという難点があり、この問題を解決するため、Ｍｎ含有量を０．８％以下に制限し、Ｚｒ:0.02 ％～0.2 ％、Ｓｉ:0.1%～0.8 ％を添加したアルミニウム合金が提案されている（特開昭６３－２３２６０号公報参照）が、このアルミニウム合金においては、ろう付け後の熱伝導率は改善されるが、Ｍｎ含有量が少ないため、ろう付け後の強度が十分でなく、熱交換器として使用中に、フィン倒れや変形が生じ易く、更に電位が十分に卑でないため犠牲陽極効果が小さいという別の問題が生じる。
【０００６】
先に、発明者らは、ろう付け後の強度を改良したフィン材用アルミニウム合金として、Ａｌ－Ｍｎ－Ｓｉ－Ｍｇ－Ｆｅ系合金にＺｎを添加したアルミニウム合金を提案した（特開平５－２３０５７８号公報参照）。このアルミニウム合金は、ろう付け後の強度に優れ、ある程度の薄肉化は可能となるが、なお一層の薄肉化を図るためには、成形性及びろう付け性について更に改善が必要である。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、熱交換器用アルミニウム合金フィン材の薄肉化に伴う上記の問題点を解消し改善要求を満足するアルミニウム合金フィン材を得るために、フィン成形性、ろう付け性、強度特性、伝熱性能及び犠牲陽極効果と、合金成分、合金成分の組み合わせ、材料の強度特性、内部組織等との関連について検討を加えた結果としてなされたものであり、その目

的は、ろう付け前の成形加工性に優れると共に、ろう付け性に優れ、ろう付け後の強度特性及び熱伝導度が良好で、犠牲陽極効果にも優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材を提供することにある。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための請求項１による成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、Ｍｎ：１．０％～２．０％、Ｓｉ：０．５％～１．３％、Ｆｅ：０．１％～０．８％、Ｚｎ：０．５％～３％を含有し、ＭｎとＳｉとの含有比（Ｍｎ％／Ｓｉ％）を１．０～３．５とし、Ｚｒ：０．０５％～０．３％及びＣｒ：０．０５％～０．３％のうちの１種又は２種を含み、更に、Ｉｎ：０．００５％～０．１％、Ｓｎ：０．０１～０．１％、Ｍｇ：０．０５％～０．２％のうちの１種以上を含有し、残部Ａｌと不可避的不純物からなり、引張強さが１６０～２７０ＭＰａであることを特徴とする。

【０００９】

請求項２による成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、請求項１において、アルミニウム合金フィン材のマトリックスが繊維組織であることを特徴とする。

【００１１】

【発明の実施の形態】

本発明の熱交換器用アルミニウム合金フィン材における（１）合金成分の意義及びその限定理由、（２）素材の引張強さの意義及びその限定理由について説明する。

（１）合金成分の意義及びその限定理由

フィン材中のＭｎは、ＳｉとＡｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系の化合物を生成して、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させると共に、耐高温座屈性及び成形加工性を改良する。Ｍｎの好ましい含有範囲は、1.0 ％～2.0 ％であり、1.0 ％未満ではその効果が小さく、2.0 ％を越えて含有すると、鋳造時に粗大な晶出物が生成して板材の製造が困難となり、更に、Ｍｎの固溶量が増加して熱伝導度が低下する。

【００１２】

フィン材中のＳｉは、Ｍｎと共存してＡｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系化合物を生成し、フィン材の強度を向上させると共に、Ｍｎの固溶量を減少させて熱伝導度を向上させる。Ｓｉの好ましい含有範囲は0.5 ％～1.3 ％であり、0.5 ％未満ではその効果が十分でなく、1.3 ％を越えるとろう付け時にフィン材の溶融が生じるおそれがある。

【００１３】

ＭｎとＳｉとは、Ａｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系化合物を生成し、Ｍｎ及びＳｉの各固溶量を減少させて熱伝導度を向上させる。ＭｎとＳｉとの好ましい含有比（Ｍｎ％／Ｓｉ％）の範囲は１．０～３．５であり、１．０未満ではＳｉの固溶量が増加して熱伝導度が低下し、３．５を越えるとＭｎの固溶量が増加して熱伝導度が低下する。

【００１４】

フィン材中のＦｅは、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させると共に成形加工性を改良する。Ｆｅの好ましい含有量は0.1 ～0.8 ％の範囲であり、0.1 ％未満ではその効果が十分でなく、0.8 ％を越えると、フィン材の自己耐食性が劣化する。

【００１５】

フィン材中のＺｎは、フィン材の電位を卑にし、犠牲陽極効果を与える。Ｚｎの好ましい含有範囲は0.5 ％～3 ％であり、0.5 ％未満ではその効果が小さく、3 ％を越えて含有すると、フィン材自体の自己耐食性が悪くなる。

【００１６】

フィン材中のＺｒ及びＣｒは、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させると共に耐高温座屈性及び成形加工性を改良する。Ｚｒ及びＣｒの好ましい含有範囲は、共に0.05 ％～0.3 ％であり、0.05％未満ではその効果が小さく、0.3 ％を越えて含有すると、鋳造時に粗大な晶出物が生成して圧延加工性を害し、板材の製造が困難となる。

【００１７】
フィン材中のＩｎ及びＳｎは、いずれもフィン材の熱伝導度をほとんど低下させることなく電位を卑にし、犠牲陽極効果を与える。Ｉｎの好ましい含有範囲は、0.005 %～0.1 %、Ｓｎの好ましい含有範囲は、0.01%～0.1 %である。Ｉｎ及びＳｎの含有量がそれぞれ下限値未満ではその効果が小さく、上限値を越えると効果が飽和するばかりでなく、フィン材の自己耐食性及び圧延加工性が低下する。
【００１８】
フィン材中のＭｇは、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させると共に耐高温座屈性及び成形加工性を改良する。Ｍｇの好ましい含有範囲は、0.05%～0.2 %であり、0.05%未満ではその効果が小さく、0.2 %を越えて含有すると、ろう付け性を害するおそれがある。特に、フッ化物系フラックスろう付けの場合、フラックスの成分であるふっ素（Ｆ）とフィン材中のＭｇとが反応し易くなり、MgF_2 等の化合物が生成し、これが原因となってろう付け時に有効に作用するフラックスの絶対量が不足し、ろう付け不良が生じ易くなる。
【００１９】
なお、その他の成分として、0.3 %未満のＴｉ、Ｖを含有しても、本発明の効果が損なわれることはないが、0.3 %以上含有すると、加工性を害するおそれがある。
【００２０】
（２）素材の引張強さの意義及びその限定理由
本発明の熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、成形前のフィン材（素材）の引張強さが１６０～２７０ＭＰａの範囲内にあることが重要である。引張強さを１６０～２７０ＭＰａの範囲内とすることにより、成形性に優れ、コルゲート成形時のフィン山高さのバラツキをなくすことができる。素材の引張強さが１６０ＭＰａ未満では、コルゲート成形時の加工応力によって異常変形し易く、フィン山高さのバラツキが大きくなり、素材の引張強さが２７０ＭＰａを越えると、コルゲート成形時のスプリングバックが大きくなって、フィン山高さのバラツキが大きくなり、いずれの場合も、ろう付け時にフィンとチューブとの間に接合不良が生じ易くなる。なお、フィン材の引張強さを１６０～２７０ＭＰａの範囲内にするには、フィン材製造時の均質化処理温度、焼鈍処理温度及び冷間圧延の加工度を調整する等の手法を用いることができる。
【００２１】
また、本発明の熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、その素材のマトリックスを繊維組織とするのが好ましく、繊維組織とすることによりフィン材の成形加工性が均一となり、コルゲート成形時のフィン山高さのバラツキを更に低減することができる。素材のマトリックスが再結晶組織の場合には、フィン材の成形加工性が不均一となることがあり、フィン山高さのバラツキが大きくなり易く、ろう付け時にフィンとチューブとの間に接合不良が生じ易くなる。素材のマトリックスを繊維組織にするには、フィン材製造時の焼鈍処理温度を、合金の再結晶温度より低い温度に調整する手法を用いるのが好ましい。
【００２２】
本発明の成形性及びろう付け性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材（以下単にアルミ合金フィン材という）は、このアルミ合金フィン材を構成するアルミニウム合金を、例えば、半連続鋳造により造塊し、常法に従い、均質化処理後、熱間圧延、冷間圧延、中間焼鈍及び仕上げ冷間圧延を経て製造され、通常、厚み０．１㎜以下の板材とする。この板材を所定幅にスリッティングした後、コルゲート加工して、作動流体通路用材料、例えば、ろう材を被覆したＪＩＳＡ３００３合金等で構成したクラッド板からなる偏平管と交互に積層し、ろう付け接合することにより、熱交換器ユニットとする。
【００２３】
本発明においては、引張強さを１６０～２７０ＭＰａの範囲に調整し、素材マトリックスの組織を繊維組織とすることにより、成形性に優れ、コルゲート成形時のフィン山高さのバラツキを無くすことができ、ＭｎとＳｉとを共存させることでＡｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系化合物を生成させ、Ｍｎ%／Ｓｉ%比を調整することにより、Ｍｎ及びＳｉの固溶量を減少さ

せ、Ｚｎ、Ｉｎ、Ｓｎを含有させることによって材料の電位を卑にし、Ｚｒ、Ｃｒを含有させることにより耐高温座屈性を向上させ、これら合金元素の相互作用により、成形性及びろう付け性に優れ、ろう付け後の強度と熱伝導度が高く、且つ犠牲陽極効果に優れた熱交換器用高強度アルミニウム合金フィン材を得るものである。

【００２４】

【実施例】

以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明する。

実施例１

連続鋳造により、表１に示す組成（合金Ｎｏ．１～１２に示す組成）を有するアルミニウム合金を造塊し、常法に従って均質化処理した後、熱間圧延し、ついで冷間圧延（加工度８８～９６％）した後、中間焼鈍（温度２００～４００℃）及び仕上げ冷間圧延（加工度１３～７０％）を経て厚み０．０７㎜のアルミ合金フィン材を製造した。このアルミ合金フィン材における引張強さ及び組織は、中間焼鈍温度及び冷間圧延の加工度を調整することにより、引張強さを１６０～２７０ＭＰａの範囲内で変化させ、且つ組織を調整した。

【００２５】

【表１】

合金No	組成（mass%）									Mn%/Si%
	Mn	Si	Fe	Zn	Zr	Cr	In	Sn	Mg	
1	1.0	0.8	0.4	2.0	0.10	0.10	--	--	--	1.3
2	1.2	0.5	0.2	1.0	0.15	--	--	--	--	2.4
3	1.2	0.8	0.6	1.5	--	0.15	--	--	--	1.5
4	1.2	1.0	0.4	2.5	0.25	--	--	--	--	1.2
5	1.6	0.5	0.2	0.5	--	0.15	--	--	--	3.2
6	1.6	0.8	0.2	1.5	0.15	--	--	--	--	2.0
7	1.6	1.1	0.4	2.5	0.08	0.08	--	--	--	1.5
8	1.4	0.7	0.2	0.5	0.15	--	0.02	--	--	2.0
9	1.4	0.5	0.4	0.5	--	0.15	--	0.03	--	2.8
10	1.6	0.8	0.2	1.5	0.15	--	--	--	0.10	2.0
11	1.6	0.8	0.4	1.0	0.10	0.10	0.01	0.02	0.20	2.0
12	1.8	1.0	0.1	1.0	--	0.25	0.04	--	--	1.8

【００２６】

上記により得られたアルミ合金フィン材（フィン材Ｎｏ．１～１４）について、以下の方法に従って、（１）ろう付け前の引張強さ、（２）組織状況、（３）成形性（フィン山高さのバラツキ）、（４）ろう付け後の引張強さ、（５）ろう付け後の電気伝導度、（６）ろう付け性（フィン接合率）、（７）耐食性を評価した。結果を表２に示す。

【００２７】

（１）ろう付け前の引張強さ

上記アルミ合金フィン材について、ＪＩＳ－５号試験片を採取して引張試験を行い、引張強さを測定した。

【００２８】

（２）組織状況

上記アルミ合金フィン材について、表面のミクロ組織を顕微鏡で観察することにより、組織状況（繊維組織か再結晶組織か）を判定した。

【００２９】

（３）成形性（フィン山高さのバラツキ）

上記アルミ合金フィン材について、所定幅の帯状に切断した後、歯車回転式の成形機を通してコルゲート成形を行い、これを投影機に映してコルゲート成形したフィン山高さｈ（図１参照）のバラツキを測定し、その標準偏差σ（㎜）を求めた。標準偏差が０．１㎜を越えると、ろう付け時にフィンとチューブとの間に接合不良が生じ易くなるため、成形性の良否は、標準偏差が０．１㎜以下を良好（○）とし、０．１㎜を越えるものを不良（×）とした。

【００３０】

（４）ろう付け後の引張強さ

上記アルミ合金フィン材について、ろう付け条件と同様に、フッ化物系フラックスろう付け加熱処理（以下、ＮＢ加熱という）として、アルミ合金フィン材に濃度３％のフッ化物系フラックスを塗布した後、窒素ガス雰囲気中６００℃で３分間加熱し、ＮＢ加熱後のアルミ合金フィン材について、（１）と同様に引張試験を行い、引張強さを測定した。

【００３１】

（５）ろう付け後の電気伝導度

上記ＮＢ加熱後のアルミ合金フィン材について、２５℃で電気伝導度を測定することにより熱伝導度を評価した。実施例のアルミ合金フィン材は、一般の金属材料と同様に熱伝導度と電気伝導度との間に比例関係があり、電気伝導度を測定することにより、熱伝導度を評価することができる。

【００３２】

（６）ろう付け性（フィン接合率）

上記アルミ合金フィン材について、（３）の場合と同様にコルゲート成形し、ＪＩＳＡ３００３合金を芯材とし、ＪＩＳＡ４０４５合金を皮材（ろう材、クラッド率１０％）とする厚さ０．２５㎜のチューブ材とを組み付けて、濃度３％のフッ化物系フラックスを塗布した後、窒素ガス雰囲気中６００℃で３分間加熱して、ろう付けを行い、図２に示すような熱交換器のミニコアを作製した。このミニコアについて、フィン材とチューブ材との接合部を目視観察して、フィン材とチューブ材とがろう付け接合している割合を調べ、フィン接合率（％）及びフィンの座屈の有無からろう付け性を評価した。

【００３３】

（７）耐食性

（６）の場合と同様にして作製した熱交換器のミニコアについて、ＣＡＳＳ試験をＪＩＳＨ８６８１に基づいて１か月間実施し、フィン材及びチューブ材の腐食状況を調査し、耐食性の評価を行った。耐食性の良否は、チューブ材に貫通孔が無いものを○：良好、チューブ材に貫通孔が発生したもの及びフィン材の自己腐食の大きいものを×：不良と評価した。

【００３４】

表２に示すように、本発明の条件を満たすフィン材Ｎｏ．１０～１４はいずれも、コルゲート成形後のバラツキ（標準偏差）が０．１ｍｍ以下で良好な成形性を示した。ろう付け後の引張強さはいずれも１３０ＭＰａ以上の優れた強度を示し、電気伝導度は、従来のＪＩＳ３００３のフィン材が３７％ＩＡＣＳであるのに対して、いずれも４０％ＩＡＣＳ以上あり、熱伝導度が良好であることを示した。また、フィンの接合率も９０％以上でろう付け性に優れている。耐食性試験においても、ＣＡＳＳ試験後、チューブに貫通孔が発生しておらず、フィン材の犠牲陽極効果が優れていることを示した。なお、フィン材Ｎｏ

．１～９は参考例として示すものである。

【００３５】

【表２】

フィン材	合金	引張強さ MPa	組織状況	フィン山高さのバラツキ標準偏差 mm	ろう付け後の引張強さ MPa	ろう付け後の電気伝導度 % IACS	ろう付け性／フィン接合率 %	耐食性
1	1	182	F	0.05	133	45	○／ 96	○
2	2	170	F	0.04	130	44	○／ 98	○
3	3	191	F	0.05	140	47	○／ 96	○
4	3	175	R	0.09	137	46	○／ 92	○
5	4	200	F	0.06	147	46	○／ 95	○
6	5	190	F	0.05	140	40	○／ 96	○
7	6	201	F	0.06	149	46	○／ 95	○
8	6	190	R	0.10	145	45	○／ 90	○
9	7	212	F	0.07	162	45	○／ 94	○
10	8	188	F	0.05	135	45	○／ 96	○
11	9	183	F	0.05	133	41	○／ 96	○
12	10	230	F	0.08	159	45	○／ 93	○
13	11	250	F	0.09	168	45	○／ 92	○
14	12	222	F	0.08	156	44	○／ 93	○

《表注》組織状況：Ｆは繊維組織を示し、Ｒは再結晶組織を示す。

【００３６】

比較例１

連続鋳造により、表３に示す組成（合金Ｎｏ．１３～２６に示す組成）を有するアルミニウム合金を造塊し、実施例１と同様にして厚み０．０７㎜のアルミ合金フィン材を製造した。得られたアルミ合金フィン材（フィン材Ｎｏ．１５～３２）について、実施例１と同様の方法に従って、（１）ろう付け前の引張強さ、（２）組織状況、（３）成形性（フィン山高さのバラツキ）、（４）ろう付け後の引張強さ、（５）ろう付け後の電気伝導度、（６）ろう付け性（フィン接合率）、（７）耐食性を評価した。結果を表４に示す。

【００３７】

【表３】

合金No	組成 (mass%)									Mn% / Si%
	Mn	Si	Fe	Zn	Zr	Cr	In	Sn	Mg	
13	0.7	0.5	0.2	0.5	0.15	--	--	--	--	1.4
14	2.2	1.0	0.6	1.0	0.15	--	--	--	--	2.2
15	1.0	0.2	0.1	0.5	0.15	--	--	--	0.02	5.0
16	1.0	1.4	0.6	3.0	--	0.15	--	--	--	0.7
17	1.0	0.5	0.04	1.0	--	0.15	--	--	--	2.0
18	1.4	1.0	1.0	2.0	--	0.15	0.02	--	--	1.4
19	1.5	0.5	0.5	0.2	0.10	0.10	0.002	0.004	--	3.0
20	1.5	0.5	0.6	3.5	0.10	0.10	--	0.03	--	3.0
21	1.0	0.5	0.6	2.0	0.02	0.02	--	--	0.2	2.0
22	1.6	0.8	0.6	2.0	0.35	--	--	--	--	2.0
23	1.6	0.8	0.6	2.0	--	0.35	--	--	--	2.0
24	1.2	0.6	0.3	1.5	0.15	--	0.2	--	--	2.0
25	1.2	0.6	0.3	1.5	0.15	--	--	0.2	--	2.0
26	1.4	0.6	0.3	1.5	--	0.15	--	--	0.4	2.3

【００３８】
【表４】

フィン材	合金	引張強さ MPa	組織状況	フィン山高さのバラツキ標準偏差 mm	ろう付け後の引張強さ MPa	ろう付け後の電気伝導度 %IACS	ろう付け性／フィン接合率 %	耐食性
15	13	162	F	0.05	108	47	○／96	○
16	14	--	--	--	--	--	--	--
17	15	169	F	0.05	110	33	○／96	○
18	16	205	F	0.07	--	--	溶融	--
19	17	172	F	0.05	118	46	○／96	○
20	18	210	F	0.07	156	47	○／94	×自己腐食大
21	19	195	F	0.06	136	40	○／95	×貫通孔発生
22	20	204	F	0.06	154	39	○／95	×自己腐食大
23	21	201	F	0.06	149	46	座屈	--
24	22	--	--	--	--	--	--	--
25	23	--	--	--	--	--	--	--
26	24	185	F	0.05	133	46	○／96	×自己腐食大
27	25	187	F	0.05	134	46	○／96	×自己腐食大
28	26	230	F	0.08	170	44	×／40	○
29	1	155	F	0.12	130	45	×／82	○
30	12	280	F	0.14	163	45	×／79	○
31	3	150	R	0.14	130	47	×／78	○
32	11	272	R	0.19	158	45	×／70	○

《表注》組織状況：Ｆは繊維組織を示し、Ｒは再結晶組織を示す。

【００３９】

本発明の条件を外れたフィン材Ｎｏ．１５～３２は、表４に示すように、いずれもアルミ合金フィン材としての十分な性能を示していない。すなわち、フィン材Ｎｏ．１５は、Ｍｎの含有量が少ないため、引張強度が十分でない。フィン材Ｎｏ．１６は、Ｍｎの含有量が多すぎるため、熱間圧延が困難となり健全な材料が製造できなかった。フィン材Ｎｏ．１７は、Ｓｉの含有量が少ないため、引張強度が十分でなく、また、Ｍｎ／Ｓｉ比が大きいためＭｎの固溶量が増加して電気伝導度を低下させ、熱伝導度が不十分なものとなった。フィン材Ｎｏ．１８は、Ｓｉの含有量が多すぎるため、ろう付け時の加熱によってフィン材の局部溶融が生じた。

【００４０】

フィン材Ｎｏ．１９は、Ｆｅの含有量が少ないため、引張強度が十分でなく、フィン材Ｎｏ．２０は、Ｆｅの含有量が多すぎるため、自己腐食性が大きくなってフィン材の腐食消耗が顕著となり、フィン材の犠牲陽極効果が長時間持続できなかった。フィン材Ｎｏ．２１は、Ｚｎ、Ｉｎ、Ｓｎの各含有量が少ないため、犠牲陽極効果が劣り、ＣＡＳＳ試験後のチューブ材に貫通孔が発生した。フィン材Ｎｏ．２２、２６、２７は、Ｚｎ、Ｉｎ、Ｓｎの各含有量が多すぎるため、自己腐食性が大きくなってフィン材の腐食消耗が顕著となり、フィン材の犠牲陽極効果が長時間持続できなかった。

【００４１】

フィン材Ｎｏ．２３は、Ｚｒ、Ｃｒの各含有量が少ないため、ろう付け時にフィン材が座屈変形した。フィン材Ｎｏ．２４、２５は、Ｚｒ、Ｃｒの各含有量が多すぎるため、熱間圧延が困難となり健全な材料が製造できなかった。フィン材Ｎｏ．２８は、Ｍｇの含有量が多すぎるためろう付け性が悪く、フィン接合率が低くなり、熱交換器に組み込んだ場合、熱交換器の熱特性を低下させる。

【００４２】

フィン材Ｎｏ．２９は、引張強さが低いため、また、フィン材Ｎｏ．３０は、引張強さが高すぎるためフィン山高さのバラツキが大きく、フィン接合率が低くなり、熱交換器に組み込んだ場合、熱交換器の熱特性を低下させる。フィン材Ｎｏ．３１は、引張強さが低く且つ再結晶組織のため、フィン材Ｎｏ．３２は、引張強さが高く且つ再結晶組織のため、いずれもフィン山高さのバラツキが大きく、フィン接合率が低くなり、熱交換器に組み込んだ場合、熱交換器の熱特性を低下させる。

【００４３】

【発明の効果】

本発明によれば、成形性及びろう付け性に優れ、ろう付け後の強度と熱伝導度が高く、且つ犠牲陽極効果に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材が提供される。当該熱交換器用アルミニウム合金フィン材によれば、フィン材の薄肉化が可能となり、熱交換器の軽量化、長寿命化、生産性の向上が達成される。

【図面の簡単な説明】

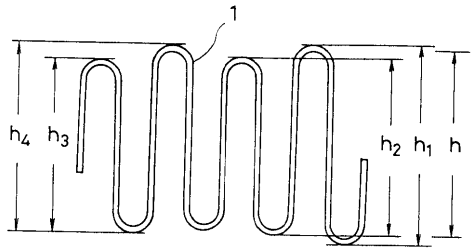
【図１】フィン材をコルゲート成形した状態を示す正面図である。

【図２】図１のコルゲート成形されたフィン材とチューブ材とを組み合わせ、ろう付け接合した熱交換器エレメントを示す正面図である。

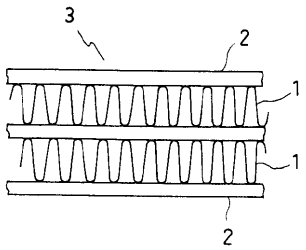
【符号の説明】

１　コルゲートフィン
２　チューブ材
３　熱交換器エレメント

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開平０３－０１３５４８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C22C 21/00
F28F 1/32
F28F 21/08